

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA ULTRASONOGRAFİ İLE MEDİAN SİNİR
LOKALİZASYONUNUN ÖNEMİ

Dr. Melike KALE

UZMANLIK TEZİ

SAMSUN

2010

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA ULTRASONOGRAFİ İLE MEDİAN SİNİR
LOKALİZASYONUNUN ÖNEMİ

Dr. Melike KALE

UZMANLIK TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Yrd. Doç. Dr. İlkey Koray BAYRAK

SAMSUN

2010

TEŞEKKÜR

Bugünlere gelmemde büyük katkıları olan ve hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili annem ve babama, her zaman bana destek olan sevgili eşime, radyoloji alanında yetişmemde büyük payı olan ve tezimin her aşamasında bana destek olan Yrd. Doç. Dr. İlkey Koray BAYRAK' a sonsuz teşekkür ederim. Her zaman bilgilerinden istifade ettiğim hocalarım Prof. Dr. Hüseyin AKAN' a, Prof. Dr. M.Bekir SELÇUK' a, Prof. Dr. Lütfi İNCESU' ya, Prof. Dr. Murat DANACI' ya, Prof. Dr. Çetin ÇELENK' e, Doç. Dr. Ümit BELET' e, Yrd. Doç. Dr. C. Türkay YALIN' a, Yrd. Doç. Dr. M. Selim Nural'a, Yrd. Doç. Dr. Muzaffer ELMALI' ya, Yrd. Doç. Dr. Meltem CEYHAN' a, Yrd. Doç. Dr. A. Veysel POLAT' a teşekkür ederim. Beraber uyum içinde çalıştığım arkadaşlarıma ve radyoloji bölümü çalışanlarına teşekkür ederim.

Yrd. Doç. Dr. Oytun BAYRAK' a tezime katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Dr. Melike KALE

İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
KISALTMALAR	I
RESİM, ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ	II
ÖZET	III
SUMMARY	V
1 GİRİŞ VE AMAÇ	1
2 GENEL BİLGİLER	3
2.1 TANIM	3
2.2 ANATOMİ	3
2.2.1 Median sinir anatomisi	3
2.2.2 Karpal Tünel anatomisi	5
2.3 Karpal tünel sendromu oluşumunda risk faktörleri	8
2.4 Epidemiyoloji	8
2.5 Patofizyoloji	9
2.6 Tanı	10
2.7 Ayırıcı Tanı	18
2.8 Tedavi	18
2.8.1 Medikal tedavi	18
2.8.2 Cerrahi tedavi	18
3 GEREÇ VE YÖNTEM	20
4 BULGULAR	24
5 TARTIŞMA	31
6 SONUÇLAR	35
7 KAYNAKLAR	36

KISALTMALAR

cm: Santimetre

dml: Distal motor yanıt latansı

dsl: Duysal yanıt latansı

DAP: Duysal sinir aksiyon potansiyeli

EMG: Elektromiyelografi

HKDA: Hamatum kemik düzeyinde alan

KTS: Karpal tünel sendromu

MMDL: Median sinir distal motor iletim zamanı

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

msn: Milisaniye

PD: Palmar deplasman

PKDA: Psiform kemik düzeyinde alan

RUBA: Radioulnar bileşke düzeyinde alan

sih: İletim hızı

sn: Saniye

USG: Ultrasonografi

RESİM, ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

Resim 1. Karpal tünelden geçen yapılar

Resim 2. El bileği kemiklerinin radyolojik görünümü

Resim 3. Karpal tünelin aksiyel MR görüntüsü

Resim 4. Palmar deplasman ölçümü

Resim 5. Median sinirin kemik duvarlara uzaklığının ölçümü

Resim 6A. Radioulnar bileşke düzeyi

Resim 6B. Psiform kemik düzeyi

Resim 6C. Hamat kemik düzeyi

Resim 7A. Radioulnar bileşke düzeyi

Resim 7B. Psiform kemik düzeyi

Resim 7C. Hamat kemik düzeyi

Şekil 1. Karpal tünel ve median sinir anatomisi

Şekil 2. Ultrasonografik çözünürlük

Tablo 1. Ultrasonografi dalgalarının farklı maddeler içindeki yayılım hızı

Tablo 2. Farklı maddeler için akustik impedans değerleri

ÖZET

Amaç: Çalışmamızda karpal tünel sendromunda median sinirin ultrasonografi ile lokalizasyonunun önemini saptamayı amaçladık.

Gereç ve yöntem: Çalışmamızda 141 hastaya ait 261 el bileği incelendi. Çalışmamıza sadece idiopatik KTS' li olgular dahil edildi. Kontrol grubu; bilinen sitemik hastalığı veya el bileği travması olmayan ve el bileği ile ilgili semptom tanımlamayan 50 kişiden oluşturuldu. Kontrol grubundaki 50 hastaya ait toplam 91 el bileği kontrol grubuna alındı. KTS ön tanısı ile başvuran 141 hastada şikayetin olduğu taraftaki median sinire yönelik duysal ve motor sinir ileti çalışmaları ve iğne elektromyografi (EMG) incelemesi, standart teknikler kullanılarak uygulandı. Sonrasında ultrasonografi ile median sinir ön kol 1/3 distal kesimi ile el ayasında izlenebildiği en distal seviyeye kadar trasesi boyunca izlenerek takip edildi. Sinir ve komşuluğundaki anatomik yapılar gözlemlendikten sonra trase boyunca median sinirin yapısı, konturları, internal ekojenitesi incelendi. Median sinir bilekte fleksör retinakulumun altında tespit edilip ölçümler için kemiklerle belirlenmiş üç düzey kullanıldı. Belirlenen üç düzeydede median sinirin anteroposterior, transvers çapları ve median sinir alanları ölçüldü. Ayrıca hamat kemik çengeli düzeyinde palmar deplasman ölçüldü. Yine bu düzeyde median sinirin lateral ve medial kemik duvarlara uzaklığı hesaplandı.

Bulgular: Kontrol grubunda yapılan ölçümlerde radioulnar bileşke düzeyindeki median sinir kesitsel alanının (RUBA) ortalaması $0.095 \pm 0.01 \text{ cm}^2$, (ortanca 0.10 cm^2) ve psiform kemik düzeyindeki median sinir kesitsel alanın (PKDA) ortalaması $0.10 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.10 cm^2) olarak ölçüldü. Hamatum kemik düzeyinde ise median sinir kesitsel alanın (HKDA) ortalaması $0.09 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.10 cm^2) ölçüldü. Hasta grubu ölçümlerinde RUBA ortalaması $0.12 \pm 0.03 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.12 cm^2) PKDA ortalaması $0.14 \pm 0.04 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.14 cm^2) ve HKDA ortalaması $0.20 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.13 cm^2) olarak ölçüldü. Kontrol grubunda median sinirin hamatuma uzaklığı $186 \pm 25 \text{ mm}$ (ortanca 185 mm) trapeziuma uzaklığı $129 \pm 22 \text{ mm}$ (ortanca 126 mm) ve trapeziuma uzaklığın hamatumun uzaklığına oranı 0.70 ± 0.22 olarak ölçüldü.

Hasta grubunda ise median sinirin hamatuma uzaklığı 188 ± 28 mm (ortanca 191 mm) trapeziuma uzaklığı 129 ± 21 mm (ortanca 128 mm) ve trapeziuma uzaklığın hamatumun uzaklığına oranı 0.71 ± 0.22 olarak ölçüldü. Kontrol grubunda trapezium-hamatum seviyesinde yapılan palmar deplasman (PD) ortalama değeri 2.1 ± 0.9 mm iken hasta grubunda ortalama değeri 3.7 ± 1.27 mm ölçüldü.

Sonuç: RUBA, PKDA ve HKDA ölçümlerinde hasta ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda anlamlı artış saptandı. Median sinirin karpal tünel lateral ve medial duvarlarına olan uzaklıklarında ve oranlarında hasta ve kontrol grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır. PD ölçümlerinde hasta ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda anlamlı artış saptandı.

Anahtar Kelimeler: Karpal tünel sendromu, ultrasonografi, median sinir

SUMMARY

Objective: In this study, we aimed to assess the significance of ultrasonographic localization of median nerve in carpal tunnel syndrome (CTS)

Material and Method: 261 wrists of 141 patients were examined in the study. Only cases with idiopathic CTS were included in the study. The control group consisted of 50 cases without any known systemic diseases or trauma and symptoms of wrist. A total of 91 wrists of 50 patients from control group were included in the control group. Motor and sensory nerve conduction studies and needle EMG examination were performed using standard techniques to the median nerve of the 141 patients who referred with pre-diagnosis of CTS. Subsequently, median nerve was monitored at the 1/3 distal part of radius and the palm of the hand via ultrasonography. The nerve itself and neighbor anatomic structures were observed. Then, structure, contour and internal echogenicity of the median nerve were examined along trace. Median nerve was detected in wrist (under flexor retinaculum) and 3 levels which were determined with the bone were used for measurements. In both levels, the cross-sectional areas of median nerve, transverse and anteroposterior diameters, were measured. Additionally, the distance between median nerve and lateral/medial bone wall were calculated.

Findings: In control group, the mean cross-sectional area of median nerve at radioulnar joint and the mean cross-sectional area of the median nerve at the level of the pisiform bone were measured as $0.095 \pm 0.01 \text{ cm}^2$ (median 0.10 cm^2) and $0.10 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ (median 0.10 cm^2) respectively. The mean cross-sectional area of median nerve was 0.09 ± 0.02 at the hamate bone level (median 0.10 cm^2). In patient group, the mean cross-sectional area of median nerve at radioulnar joint, the mean cross-sectional area of median nerve at the level of pisiform bone and the mean cross-sectional area of median nerve at the hamate bone level were measured as $0.12 \pm 0.03 \text{ cm}^2$ (median 0.12 cm^2), $0.14 \pm 0.04 \text{ cm}^2$ (median 0.14 cm^2) and $0.20 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ (median 0.13 cm^2) respectively. In control group, the distance between median nerve and trapezium was $129 \pm 22 \text{ mm}$, (median 126).

The distance ratio between median nerve and trapezium and hamatum was calculated as 0.70 ± 0.22 . In patient group, the distance between median nerve and hamatum was 188 ± 28 mm (median 191 mm) and the distance between median nerve and trapezium was 129 ± 21 mm (median 128 mm). The distance ratio between median nerve and trapezium and hamatum was calculated as 0.71 ± 0.22 . The mean palmar displacement at the level of trapezium-hamatum was 2.1 ± 0.9 mm in control group where as it was 3.7 ± 1.27 mm in patient group.

Conclusion: Significant increases were detected in terms of area measurements at the level of radioulnar joint, pisiform bone and hamat bone in patient group. No significant difference was found between the groups in terms of distance of median nerve to medial or lateral walls of carpal tunnel and their ratio. When compared, a significant increase was observed in patient group in terms of palmar displacement measurement.

Key words: Carpal tunnel syndrome, ultrasonography, median nerve

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Median sinirin el bileğinde karpal tünel içinde kompresyonu sonucu meydana gelen klinik tabloya karpal tünel sendromu (KTS) denilmektedir. Karpal tünel sendromu en sık görülen tuzak nöropatisidir. En sık orta yaş kadınlarda görülmektedir. Sendromun tipik bulguları elde median sinir trasesinde el bileğinden parmaklara yayılan uyuşma, karıncalanma ve ağrı şikayetleridir. Karpal tünel sendromunun etyolojisinde lokal ve/veya sistemik etkenler bildirilmiştir (1). Gebelik, diabetes mellitus, sistemik romatolojik hastalıklar, tünel içi yer kaplayan oluşumlar ve lokal kemik patolojileri etyolojide bulunmakla beraber, olguların yaklaşık %50' sinde etyolojik etken saptanamamaktadır.

Tanı klinik olarak konulur. Elektrofizyolojik çalışmalar tanıyı destekleme amaçlı yapılmaktadır. Simpson'un 1956' da KTS' de median sinir distal motor iletim zamanının uzadığını göstermesi ile elektrofizyolojik yöntemler tanıda kullanılmaya başlanmıştır ve günümüzde halen en önemli tanı yöntemi olarak kabul edilmektedir.

KTS tanısında radyolojinin yakın geçmişe kadar kısıtlı rolü olmuştur. El bileğine 30 derece açı verilerek yapılan konvansiyonel röntgenogramlar ve aksiyel düzlemde bilgisayarlı tomografik incelemeler ile karpal tünel boyutları görüntülenmişse de pek kabul edilen yöntemler olmamışlardır. Kas-iskelet sistemi ve yumuşak dokuların değerlendirilmesinde önemli bir yöntem olan manyetik rezonans görüntüleme (MRG), karpal tünel incelemelerinde başarısı kabul edilmiş bir radyolojik yöntemdir. Teknolojik ilerlemelerin sonucu olarak ultrasonografi (USG) teknolojisi de ilerlemiş, yüksek çözünürlük sağlayan probalar ve yazılımların geliştirilmesi ile son zamanlarda karpal tünel ve median sinirin USG incelemesi ucuz ve konforlu bir metod olarak araştırma konusudur.

Periferik sinirin basıya uğramasıyla intranöronal ödem meydana gelir. Sinir ödemi USG' de sagittal görüntülerde gövde içindeki ekojenik çizgilenmelerde kaybolma ve çap artışıyla kendini gösterir. Aksiyel planda ise retiküler patern kaybolur, sinir ekojenitesinde belirgin azalma ve kesit alanında artış izlenir. USG' de; KTS hastalarında aksiyel planda transvers karpal ligament ile fleksör tendonlar arasında sıkışan median sinir elips şeklini kaybederek yassılaşır, sagittal kesitlerde ise diffüz incelmeye yada

lokalize kompresyon izlenir. Median sinirin karpal tünel giriŐi ile radiokarpal eklem düzeyinden ölçülen sinir kesit alanları oranlandığında KTS hastalarında bu oran tünel girişinde sinirde ödemi destekleyecek Şekilde artmaktadır. Fleksör retinakulumda palmar yaylanma KTS' nin önemli ve kabul görmüŐ USG bulgularındandır. Bütün bu USG bulguları KTS tanısında sıklıkla kullanılmaktadır. Median sinirin karpal tünelde radial yada ulnar tarafa yakın olmasının KTS hastalığının oluŐumuyla iliŐkisi hakkında veriye rastlamadık. Ancak sinirin tüneldeki yerleŐiminin KTS oluşumunda ek bir etken olduğunu düŐünerek diğer USG bulgularına ek olarak median sinirin karpal tüneldeki lokalizasyonunun tanıya katkısının olup olmadığını araŐtırmayı amaçladık.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 TANIM

İlk defa 1854 yılında Sir James Paget tarafından tanımlanan karpal tünel sendromu (KTS), el ve el bileğinin median sinirle ilgili problemlerinden kaynaklanan hastalık spektrumudur. Motor ve duysal lifleri olan median sinirin karpal tünel seviyesindeki kompresyonu sonucu daha distal seviyelerdeki median sinir innervasyon alanında duyu kaybı, karıncalanma ve ağrı gibi duysal defisitlerin yanısıra; kas gücü kaybı ve kas atrofisi gibi motor defisitler gelişir (2,3).

Tuzak nöropatileri akut veya kronik olarak ortaya çıkabilmektedir. Sinirin üzerindeki bası; akut, intermittan, tekrarlayıcı veya devamlı olabilir. Sinirin yüzeyelleştiği noktalarda dışardan bası ile akut olarak gelişebilmektedir. Bunun için 2-12 saatlik lokal bası yeterlidir. Kronik basılarda ise sinirin fibröz veya kemiksel anatomik olarak dar bir tünelden geçerken devamlı mikrotravmalara ve distorsiyona uğraması söz konusudur (4,5).

En sık orta yaş kadınlarda görülür (6). Prevalansı kadınlarda %3, erkeklerde %2 'dir. Genellikle 30 ile 60 yaş arası oluşsa da prevalans yaşla artar. 55 yaş üstünde prevalansı maksimum değere ulaşır (7).

KTS hastaların yaklaşık %55' inde bilateraldir. Bilateral olgularda dominant el genellikle daha önce ve daha şiddetli olarak tutulur. Unilateral olgularda da sıklıkla dominant el tutulur (8,9,10,11,12).

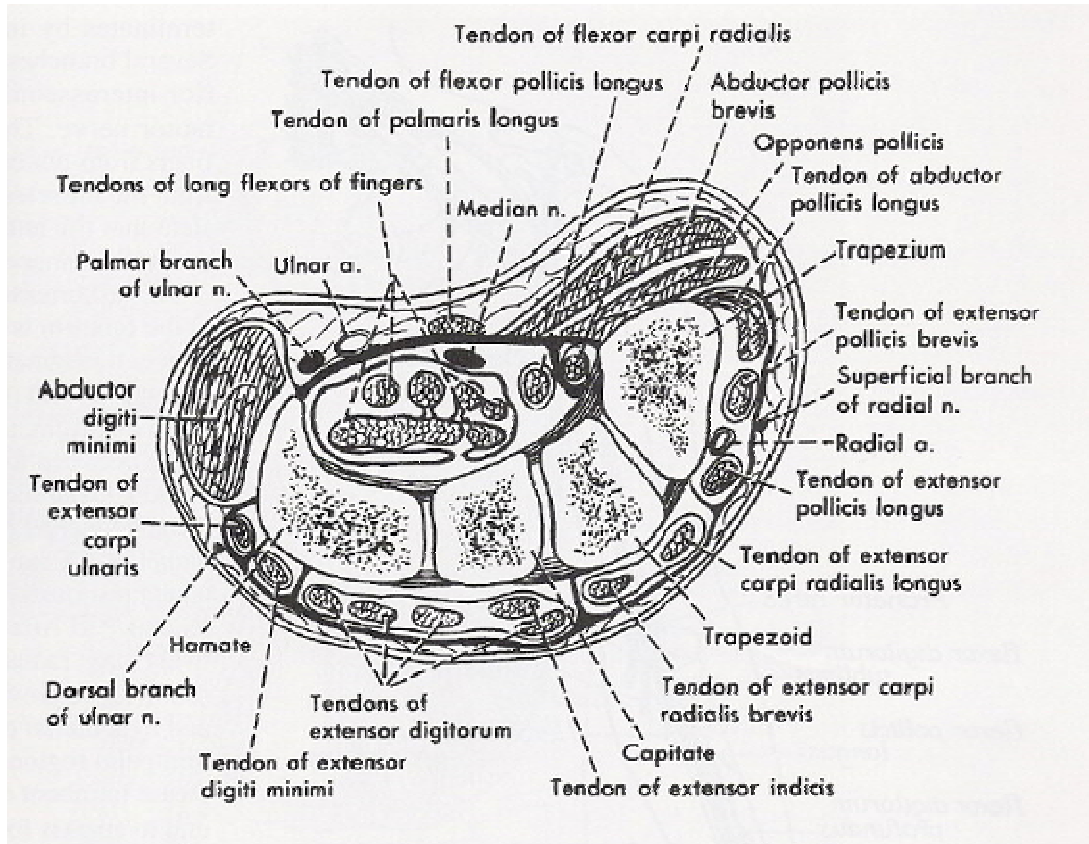
2.2 ANATOMİ

2.2.1 Median sinir anatomisi

Median sinir brakial pleksusun lateral kordunun C6-C7 ve medial kordunun C8-T1 köklerinden kaynaklanır. Sinir üst kolun medialinden geçer, dirseği önden çaprazlar ve pronator teres kasının iki başı arasından geçerek ön kola girer. Ön kolda pronator teres kasından çıktığı yerde anterior interosseöz sinir' i verir. Ön kolda fleksör digitorum süperfisialis ve profundus arasında ilerler (13). Palmar kutanöz dalı, median sinirden transvers karpal ligamentin ortalama 3.5 cm proksimalinden ayrılır (14) ve avuç içinin proksimal kısmını innerve etmek için fleksör retinakulum' un üstünden geçer. Kalan dal,

bilekte karpal tünelin tavanını yapan fleksör retinakulumun altından ve karpal tünel içinden geçerek ele girer ve karpal tünelin distalinde motor ve duyu olarak iki dala ayrılır. Motor dalı; abduktör pollisis brevis, opponens pollisis, fleksör pollisis brevis, 1. ve 2. lumbrikal kasları innerve eder. Duyu dalı; distal avuç içinin ve 1, 2, 3 ve 4. parmağın yarısının palmar yüzeylelerinin duyusunu sağlar (13,15). Median sinir fleksör retinakulumun girişinde 6 mm genişliğindedir, distale doğru genişliği artar, orta kısmında 6.1 mm, çıkışta ise 7.7 mm. genişliğindedir. Sinirin kalınlığı ile genişliği ters orantılıdır. Proksimalden (2.1mm) distale doğru (1.9 mm) az miktarda fakat düzenli olarak kalınlığı azalır, avuç içine doğru giderek daha fazla yassılaştır.

Median sinir kanal içinde genellikle orta hattın radial tarafında yer alır (%43.3). (16,17). Median sinir karpal tünel içinde fleksör retinakulum' un hemen altındadır. (şekil-1). Sinir kılıfına mekanik bir bası veya kan dolaşımının kesilmesi mediyen sinirin iletisini engelleyebilir ve bunun sonucunda karpal tünel sendromu oluşabilir.



Şekil 1. Karpal Tünel ve Median Sinir Anatomisi

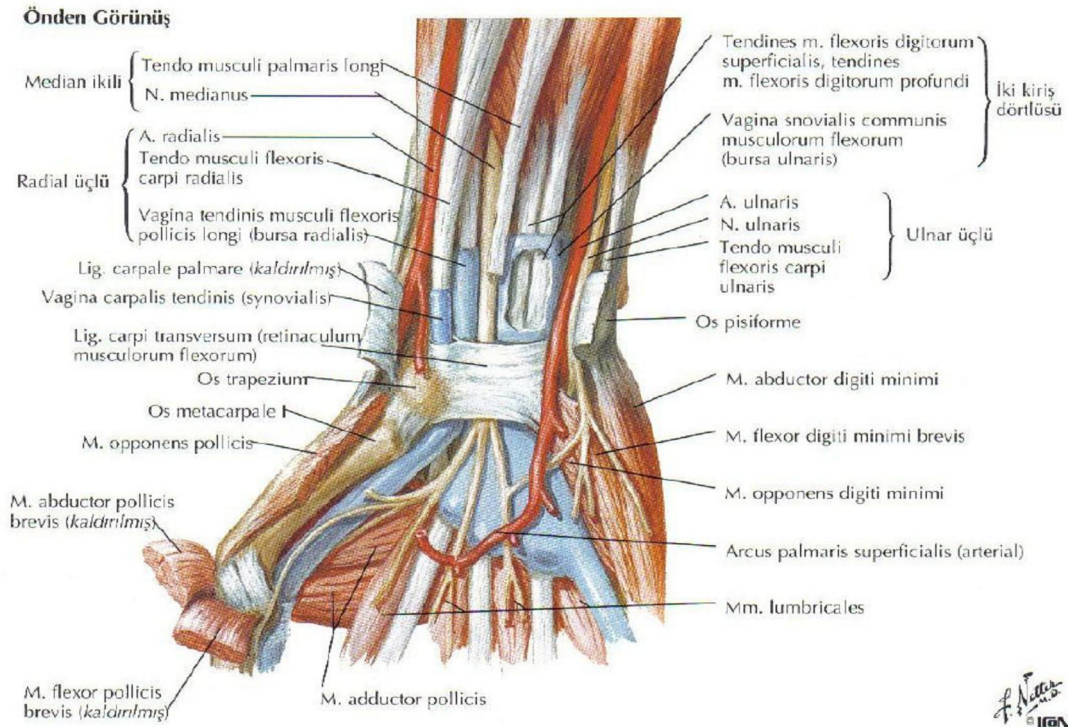
2.2.2 Karpal Tünel anatomisi

Karpal tünel, el bileği seviyesinde palmar tarafında fibröz, dorsal tarafında osseöz elemanlarca sınırlandırılmış fibro-osseöz tüneldir. Bu kanal distal ön kol ile derin avuçiçi arasındaki bağlantıyı oluşturur. Topografik sınırları proksimalde distal bilek pilisi, distalde ise hamatum kemiğinin kancasıdır. Karpal tüneli açığa çıkarırken yüzeyleten derine doğru karşılaşılan yapılar şunlardır:

1. Cilt
2. Palmar aponevrozla bitişik olarak palmaris longus tendonu
3. Musculus palmaris brevis
4. Fleksör retinakulum

Karpal tünelden geçen yapılar şunlardır: **(Resim 1)**

1. Fleksör pollicis longus tendonu
2. Median sinir
3. Fleksör digitorum superficialis tendonları
4. Fleksör digitorum profundus tendonları



Resim-1 Karpal tünelden geçen yapılar

Karpal tünelin tabanında konkavitesi tünele bakacak şekilde sıralanmış osseöz yapılar yer alır. Tünelin giriminde radius ve ulna kemiklerinin distal uçları yer alırken tünelin orta ve distal kesiminde karpal kemikler bulunur. Karpal kemikler proksimal ve distal olmak üzere iki sıra halinde yer alır.

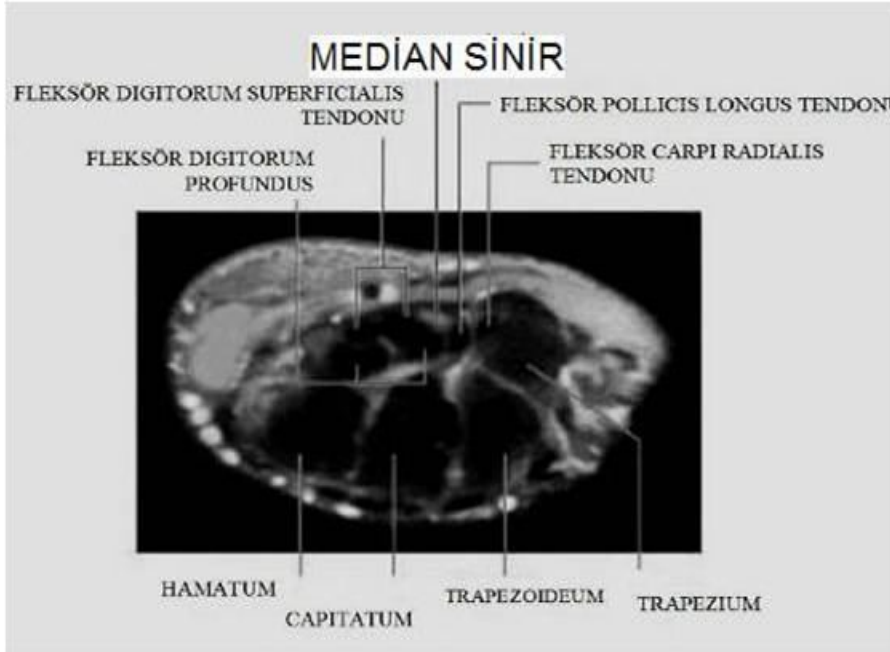
Karpal kemikler radialden ulnara doğru şu şekilde sıralanır: **(Resim- 2)**

- Proksimal sıra: Os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum, os pisiforme
- Distal sıra: Os trapezium, os trapezoideum, os capitatum, os hamatum



Resim-2: El bileği kemiklerinin radyolojik görünümü

Kanalın tabanı; os capitatum, trapezoideum ve lunatum' un meydana getirdiği konkav bir kavistir. Ulnar duvarı os hamatum' un hamulus'u, radial duvarı ise os trapezium ve tuberculum ossis trapezii oluşturur. Karpal tünelin en dar bölümü orta bölümdür (16,17). Bu tünelin tabanını sekiz karpal kemiğin palmar konkaviteleriyle beraber buraya tutunan ligamanlar oluştururken; tavanını ise fleksör retinakulum oluşturur. (**Resim- 3**) Karpal tünelin transvers kesitte palmar' dan dorsal' e yüksekliği 1-1.5 santimetre (cm), radial'den ulnar' a genişliği ise 2.5-2.8 cm civarındadır (18).



Resim 3: Karpal tünelin aksiyel MR görüntüsü

Fleksör Retinakulum:

Fleksör retinakulum kalın, geniş, yoğun bir bağ demeti olarak eminentia carpi radialis ve ulnaris arasında uzanır. Radial tarafta os trapezium ve os scaphoideum' un tuberküllerine, ulnar tarafta ise os psiforme ve hamulus ossis hamati' ye yapışır (18). Birbirini çaprazlayan ve karışan liflerden oluşmaktadır.

Transvers karpal ligament:

Palmar aponevroz' un altında yerleşen flexor retinaculum' un yüzeysel tabakası palmar karpal ligament, derin tabakası ise transvers karpal ligamenti oluşturur. Transvers karpal ligament kalındır ve radial tarafta iki laminaya ayrılır. Transvers laminası scaphoid ve trapezium kemiklerinin tuberküllerine tutunurken, oblik lamina ise os trapezium' un medial kenarına tutunur. İki lamina os trapezium ile birlikte musculus flexor carpi radialis' e geçit oluşturur (18).

Palmar karpal ligament:

Proksimal' de önkol fasyasının, distalde ise palmar fasya' nın devamı olan ince bir bağıdır. Radial tarafta transvers karpal ligamentle kaynaşırken, ulnar tarafta transvers karpal ligament' ten ayrılarak os psiforme' deki ulnar arter oluğunun palmar kenarına tutunur. Proksimal bölümleri musculus flexor carpi ulnaris tendonundan gelen liflerle, distal bölümleri ise tenar ve hipotenar kasların orjininden gelen liflerle kalınlaşabilir (18).

2.3 Karpal tünel sendromu oluşumunda risk faktörleri

Tekrarlayan el hareketlerine ihtiyaç duyulan meslek gruplarında çalışan insanlar, KTS gelişmesi açısından artmış bir risk içerisindedir. Bu risk, aşırı güç uygulanmasıyla, lokalize mekanik zorlanmalarla, kötü pozisyonlarla, soğuk ve vibrasyonun etkisiyle artabilir (9).

2.4 Epidemiyoloji

Yapılan çalışmalarda genel popülasyonun %0.1-0.5' inde KTS' ye rastlandığı bildirilmiştir (19,20,21). Papanicolaou ve arkadaşları 2001 yılındaki prevalans çalışmasında bu oranın %3.72 olduğunu belirtrmişlerdir (22). Populasyon bazlı bir çalışmada semptomatik KTS' nin sinir ileti çalışmalarıyla %3 olduğunu göstermiştir. Bu da klinisyene başvurmayan bir KTS hasta topluluğu varlığını düşündürmektedir (23).

KTS en fazla üçüncü ve beşinci dekatlar arasında ve kadınlarda erkeklere göre 3 kat daha fazla görülür (19). İlk önce dominant el tutulursa da bir süre sonra iki elde birden belirtiler ortaya çıkar (24).

2.5 Patofizyoloji

İdiyopatik KTS' nin nedeni median sinir ile karpal tünel arasındaki uyumsuzluğa bağlanabilir. Sonuç olarak karpal tünel içinde basınç artar ve sinirin beslenmesi bozulur, uzun süren ödem fibroblast invazyonuna neden olur ve bunun sonucunda sinir içinde sıkıştırıcı skar oluşur. Bası bölgesinin proksimalinde sinir gövdesinin şişmesi endonöral konnektif doku miktarındaki artış, endonöral bölge epinöryumundaki ödem ve aksoplazmik akımın obstrüksiyonuna bağlıdır (25).

* Karpal tünel içindeki boşluğu azaltan nedenler :

- Romatoid artrit
- Ganglion kisti
- Kemik çıkıntıları
- Osteofitler, eski bilek kanalı kırıklarına bağlı değişmeler
- Gut tofusu, lipom, vasküler anomali
- Kas ve tendon anomalileri
- Konjenital karpal ligaman darlığı

* Basıyı kolaylaştıran nedenler:

- Diyabetes mellitus
- Hipotiroidizm / hipertiroidizm
- Akromegali
- Amiloidoz
- Multiple miyelom
- Kronik renal yetmezlik
- Mukopolisakkaridoz ve mukolipidoz
- Familial karpal tünel sendromu

* Polinöropatilerle beraber KTS:

- Diyabetes mellitus
- Diğer polinöropatiler

- Herediter kompresif nöropati

*Elin aşırı kullanılması

*Enfeksiyonlar

*İdiyopatik

Nadiren KTS akut ve acil bir durum olarak karşımıza çıkabilir. Bu durum KTS bulguları yanı sıra bilek kanalında akut bir şişme ile beraber gider. (Kolles fraktürü, kanal içine kanama gibi) (24).

2.6 Tanı:

KTS' nin sıklığı ve yarattığı işgücü kaybından ötürü hastalığın tanısının daha düşük maliyetlerle, daha kolay ve doğru yapılabilmesi önemlidir (26).

1-Anamnez: Hastalık semptomları duyu kusuru, karıncalanma, ağrı gibi belirgin semptomların yansırı el hareketlerinde beceriksizlik, ince hareketleri yapamama, elde basınç hissi gibi nonspesifik şikayetlerdir. Uzun süredir varolan hastalık durumunda ağrı geceleri uykudan uyandıracak kadar şiddetli olabilir. İki veya daha fazla yakınmanın birlikteliği KTS tanısı için anlamlıdır. En önemli semptom geceleri meydana gelen parestezi ve ağrılardır. Hastayı uykudan uyandıran ağrı ve pareteziler ele sınırlı kalmaz önkol ve omuza kadar yayılabilir (27). Hasta genellikle elini sallayarak bu ağrıyı hafifletir (24,28). Noktürnal ağrılarla uyanma ve elin fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri ile bu ağrı ve paretezilerin kaybolması veya hafiflemesi %93 oranında tanıya yardımcı bulunmuştur (29). Ağrı ve paretezilerin geceleri artmasının nedeni tam olarak bilinmemektedir. Bu uykuda kas aktivitesinin olmaması, horizontal pozisyon ve elin volar fleksiyonundan dolayı intestisiyal sıvı basıncı artışına bağlı bilekte median sinirin dolaşım bozukluğuna bağlanır (30). Hastaların yazın rahatladığı, kışın ise yakınmalarının arttığı gözlenir. Bu dönem yıllar sürebilir (28). KTS ilerledikçe gündüzleri de elde pareteziler olmaya başlar. Gündüzleri bilekte ekstansiyon ve fleksiyona yola açan uğraş ve meslekler ağrı ve paretezileri artırır. Daha sonra duysal yakınmalar objektif duysal bozukluklara dönüşür. El parmaklarında en çok 2. ve 3. parmakta belirgin olan zımpara kağıdı gibi duyum veya eldiven giymiş gibi dizestetik yakınmalar ortaya çıkar. Bu durum karpal tünel içinden geçerken duysal liflerin demyelinizasyonu sonucu oluşur. Bu dönemde elektrofizyolojik bulgular artık çok net bulunacaktır. Daha ileri dönemlerde tenar bölgede kas güçsüzlüğü ve daha da ilerde tenar kaslarda atrofi meydana gelir.

Başparmakta abduksiyon ve oppozisyon yapılamaz ve çoğu kez 3.5 parmakta, parmak uçlarında belirgin olan hipoestezi ile birlikte dir. Bu dönemde bilekteki fokal demiyelinizasyon yanı sıra distalde motor ve duysal liflerde aksonal dejenerasyon geliştiği de kabul edilebilir (24).

2-Fizik muayene: KTS tanısında başvuru lan muayene yöntemleri median sinirin karpal tünel düzeyinde kompresyonunun provakasyonu esasına dayanır. Sıklıkla Tinnel ve Phalen testleri kullanılır. Tinnel testi karpal tünel düzeyinde median sinir trasesine perküsyon uygulanmasıdır. İlk kez Jules Tinel tarafından tanımlanmıştır (31). Median sinirle innerve olan parmaklarda uyuşma meydana gelir. Ancak kuvvetli bir darbe yapılırsa normal bireylerde de görülebilir (24). KTS'li hastalarda %8-100 arasında bulunabildiği bildirilmiştir (31,32). Phalen testi ise el bileklerinin fleksiyona zorlanmasıdır. 1957 yılında Phalen tarafından tanımlanmıştır (33). Fleksiyon postüründeki elde median sinir, karpal ligamentin proksimal kenarı tarafından basıya uğrar. Yaklaşık 30-60 saniye (sn) içinde median sinir innervasyon alanında karıncalanma ve/veya ağrı yakınması gözlenir.

Median sinirin palmar dalının karpal tünele gelmeden önce median siniri terk etmesi nedeniyle KTS'de tenar bölge derisinin duyumu normal bulunur. En belirgin duyu kaybı 2. ve 3. parmakların ön yüzündedir. En sık ve en erken görülen 3. parmakta hipoestezidir. Elin 5. parmağı ve 4. parmağın ulnar yüzü normal kalır. Sinir basısının derecesine ve diğer etmenlere bağlı olarak KTS' li olgularda standart duyu muayenesi %20-50 oranında normal kalabilir (24). KTS' de tanı klinik semptomlar, fizik muayene bulguları ile bu bulguların elektrofizyolojik olarak onaylanmasına dayanır. Elektrofizyolojik testler KTS tanısını desteklemek, tuzaklanma seviyesini belirlemede ve median sinir basısının ciddiyetini belirtmede yararlıdır. %10-15 oranında yanlış negatif sonuç elde edilebilir. Bu nedenle EMG ve sinir ileti incelemesi normal olan semptomatik KTS vakalarında KTS' nin değerlendirilmesi için radyolojik çalışmaların güçlü bir tamamlayıcı rolü vardır (34).

3-Elektrofizyolojik yöntemler: KTS tanısında en yüksek doğruluğa sahip tanı metodu elektrofizyolojik incelemelerdir. Temel prensibi sıkışma sonucu sinir içindeki fokal demiyelinizasyon gelişen liflerde aksonal iletim hızlarındaki azalmaların tesbitidir (35). Esas olarak duysal yanıt latansı (dsl), amplitüdü, iletim hızı; distal motor yanıt latansı

(dml), amplitüdü ve iletim hızları (sih) değerlendirilir. Duysal ileti çalışmaları KTS tanısında daha duyarlıdır. Parmak-bilek segmentinden kaydedilen duysal ileti hızı ve duysal sinir aksiyon potansiyelleri (DAP) %63-97.8 tanı koydurucudur (36). Standart konsantrik iğne EMG uygulanır. KTS tespit edilenlerde diğer tarafa da mutlaka EMG yapılmalıdır (36). KTS için en tipik elektrofizyolojik bulgular, 2. parmak median duysal yanıt latansının, 5. parmak ulnar duysal yanıt latansından 1 milisaniye (msn) veya daha üstünde uzama göstermesi, bilek ile ikinci parmak arasındaki duysal iletim hızının patolojik yavaşlama göstermesi, 2. parmak duysal yanıt amplitüdünün 10 mikrovoltun altında olması ve yine 4. parmak median ulnar duysal yanıt latans farkının 0.4 msn' nin üzerinde olması (median duysal yanıt latans uzaması), median sinir motor iletim hızının ön kol segmentinde normal olduğu halde, bilek ile tenar kaslar arasındaki distal motor iletim zamanının patolojik uzama göstermesi; standart konsantrik iğne EMG' sinde diğer kaslar normalken abductor pollicis brevis kasında aktif denervasyon ve tam kasıda seyrelme ve kronik nörojenik bulgular göstermesidir (37,38,39).

Normalde erişkin çağlarda median sinir distal motor iletim (MMDL) zamanı 2.0-4.5 msn arasında değişir. Genellikle 4.7 msn' yi aşmaz. KTS' li olgularda MMDL uzaması 4.7 msn' yi aşar. Bu uzama bazı vakalarda 10.0 msn' yi geçebilir. Terminal mesafenin median sinir motor iletim hızı ve distal latansın çarpımına bölünmesiyle hesaplanan terminal latans indeksinin de %50-81.5 oranında sensitif olduğu belirlenmiştir (40). Her ne kadar EMG, KTS tanısında altın standart olsa da iletim çalışmalarında duyarlılık hiçbir zaman %100 olmamaktadır (41). Semptomları şiddetli olmayan başlangıç evresindeki olgularda elektrofizyolojik çalışmaların sonuçları normal olabilir. Konvansiyonel elektrofizyolojik testler kolay uygulanabilir ve değerlendirilebilir değildir, tüm aşamalarında uzmanlaşmış bir doktor ve teknik ekip ile yapılabilen bir muayenedir, ayrıca pahalıdır. (35) EMG'nin önemli dezavantajlarından birisi de KTS' nin mevcudiyeti ve şiddeti ortaya konabilirken hastalığın nedeni hakkında bilgi verilememesidir.

4- Radyolojik yöntemler: Karpal tünel sendromlu olgularda cerrahi tedaviye karar vermeden önce hem karpal tünel yapılarının anatomik özelliklerini ortaya koymak, hem de etyolojiye yönelik bir değerlendirme yapabilmek amacıyla karpal tünelin görüntülenmesi önem taşımaktadır (42,43).

- a) **Direkt grafi:** Karpal tüneli oluşturan kemik yapılar ve bunları ilgilendiren lezyonlar incelenebilir. Bunlar karpal kemik lezyonlarını ve transvers karpal ligaman kalsifikasyonlarını ortaya koymak açısından yararlıdır. Ancak median sinir ve yumuşak dokular hakkında detaylı bilgi sağlamaz.
- b) **Bilgisayarlı tomografi:** Aksiyel planda doku süperpozisyonu olmaksızın elde edilen görüntüler direkt grafilere kıyasla daha fazla detay sağlasa da median sinir ve yumuşak dokuları değerlendirmede rolü kısıtlıdır. Geçmişte karpal tünel genişliğini ve kesit alanını ölçmek için bilgisayarlı tomografi ile çalışılmıştır. Bleeker ve arkadaşları bilgisayarlı tomografi ile karpal tünel kesit alanını ölçmüş ve karpal tünel sendromu olan grupta kontrol grubuna göre kesit alanında azalma saptamıştır (44). Ayrıca literatürde bilgisayarlı tomografi ile yapılmış olan ve karpal tünel sendromlu olgular ile kontrol grubu olguları arasında tünel boyutları açısından anlamlı fark saptanamadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (45).
- c) **Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG):** Radyolojik görüntüleme yöntemlerinden Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG), KTS tanısı için en yüksek sensitivite ve spesifiteyi göstermiştir (34). MRG yüksek kontrast rezolusyonu ve multi-planar kesitsel inceleme gücü ile lezyonların saptanmasında ve karakterize edilmesinde önemli rol oynar. MRG ile karpal tünelin sınırlarını, boyutlarını, retinakulumların yapışma yerlerini, median sinirdeki ödemi yüksek çözünürlükte göstermek mümkündür. Median siniri etkileyebilen intrinsik faktörlerin yanısıra median sinire bası yaparak KTS' ye neden olabilecek yer kaplayıcı lezyonlar veya anatomik varyasyonlar gibi diğer durumları da belirleyerek etyolojik ayırımı sağlanmasında büyük rol oynar. Ayrıca MRG ile cerrahi sonrası gelişebilecek komplikasyonların takibinin yapılmasında mümkündür. Normal kişilerde yapılan ölçümlerde median sinirin proksimal karpal kemikler düzeyinde ve radyokarpal eklem düzeyinde ölçülen çapları ve hesaplanan kesitsel alanları arasında belirgin farklılık yoktur (46). KTS' de proksimal karpal kemikler düzeyindeki median sinir çapı radiokarpal eklem düzeyine göre 2-3 kat artmaktadır, bu düzeylerde kesit alanı hesaplamalarında ise 1.6-3.5 kez artış olmaktadır (47).

d) Ultrasonografi: Kas - tendon hastalıklarını göstermede manyetik MRG en duyarlı modalite olmasına karşın, yüksek rezolüsyonlu ultrasonografi de özellikle MRG' nin bulunmadığı merkezlerde çabuk, ucuz ve kolay tekrarlanabilir bir yöntem olarak sıklıkla kullanılabilir (48,49,50). Periferik sinirlerle ilgili çalışmalar ilk olarak 1985 yılında Solbiat ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (51). 1993 yılında Amerikan nöroloji akademisi kalite standartları alt komitesi tarafından KTS tanısında USG' nin yeterliliği kabul edilmiştir. Ultrasonografi MRG' nin aksine median siniri el bileğinin değişik pozisyonlarında inceleyebilme özelliğine sahip " dinamik " bir modalitedir (42,49,50,52,53). Buchberger KTS' li olgularda ultrasonografi ile MRG sonuçlarını karşılaştırmıştır. Çalışmasında median sinirin yassılaşması ölçümlerini kıyasladığında bu iki modalite arasında bir fark bulamamış ve ultrasonografinin median sinir basısını/yassılaşmasını gösterebileceğini bildirmiştir (45). Son zamanlarda 7-15 MHz' lik yüksek rezolüsyonlu probaların kullanılması ile etkilenen periferik sinirler gözlemlenebilmekte ve basıya bağlı olarak şeklinde ve iç yapısında oluşan değişiklikler saptanabilmektedir. Periferik sinir gövdesini en dışta sinir kılıfı sarar, gövde içerisinde pek çok nöral fasikül bulunur, bunlar da epinörium adlı kılıflar ile çevrilidir. Yüksek rezolüsyonlu USG ile bu kılıflar hiperekojen çizgiler şeklinde izlenirken sinir lifleri ise bu çizgiler içerisinde yerleşen hipoekoik alanlar şeklinde görülürler. Longitudinal kesitlerde iki kalın ekojen çizgi içerisinde yer alan daha ince ekojenik çizgiler halinde görülen periferik sinirler transvers kesitlerde adeta balpeteğini andıran, hiperekojenik çizgilerle çevrili yuvarlak hipoekoik alanlar şeklindeki retiküler görünüme neden olur (54). Ses demeti incelenen yapılara tam dik olarak geldiğinde median sinirin ekojenitesi komşu kas planlarından biraz yüksek tendon yapılarından ise biraz daha düşüktür. Tendon reflektivitesi ses demetinin açısına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ses demeti dik açıyla geldiğinde tendonlar hiperekojen izlenmekteyken açıdaki değişiklikler tendonların hipoekoik olarak izlenmesine neden olabilir (2). Periferik sinir basıya uğramışsa meydana gelen intranöronal ödem nedeni ile öncelikle gövde içindeki ekojenik çizgilenmeler kaybolur ve çapı artmış tümüyle hipoekoik yapıda bir sinir segmenti görülür. Aksiyel planda ise retiküler patern kaybolur ve sinir

ekojenitesinde belirgin azalma izlenir. USG’ de; KTS vakalarında aksiyel planda transvers karpal ligament ile fleksör tendonlar arasında sıkışan median sinir elips şeklini kaybederek yassılaşıır, sagittal kesitlerde ise diffüz incelme yada lokalize kompresyon izlenir. Median sinirin karpal tünel girişı ile radiokarpal eklem düzeyinden ölçülen boyutları karşılaştırıldığında oluşan ödem nedeni ile tünel girişinde sinir çapında ve kesitsel alanında artış olmaktadır. Normal kişilerde ise iki düzey arasında sinir boyutlarında belirgin değişiklik saptanmaz. Bazı vakalarda sinirde bulböz şekilde şişlik olur bu “psödonöroma” olarak isimlendirilir. Ayrıca fleksör retinakulumda palmar yaylanmada saptanabilir (55,56). USG ile median sinirde basıya neden olabilecek anatomik varyasyonlar (Örn: persistan median arter), yer kaplayıcı lezyonlar (Örn: ganglion kisti, nöroma), tenosinovitis gibi spesifik nedenler saptanabilir ve bu tedavi planlamasında önemli katkılar sağlar (56).

Ultrasound Fiziği: Ses; denge durumunda bulunan bir ortamda parçacıkların mekanik titreşimidir. Havada hareket eden mekanik dalgaların kulak zarı üzerinde yaptığı basınç değişikliği ile ses algısı oluşmaktadır. Basınçta meydana gelen periyodik değişikliğe ses frekansı denir. Frekans birimi Hertz’ dir. İnsan kulağı saniyede 16–20000 Hertz arasındaki frekansları işitebilir (57). İnsanın duyma yeteneğini aşan frekanslardaki bir enerji türü olan USG, longitudinal yayılan kompresyonel bir dalgadır ve elektriksel olarak meydana getirilebilir, bir noktaya odaklanabilir ve kolime edilebilir (57). USG, elektrik enerjisini akustik enerjiye dönüştüren transdüserlerde oluşturulur. Transdüserler, akustik enerjiyi elektrik sinyallerine ve elektrik enerjisini akustik enerjiye çevirirerek hem alıcı hem de verici görevini üstlenirler. USG probunun (transdüser) aktif elementi piezoelektrik kristaldir. Genellikle quartz, baryum, kurşun alaşımlarından oluşan kristallerin özellikleri, uygulanan mekanik stres sonrası elektrik yükü değişiklikleri ya da elektrik alanda basınç değişiklikleri meydana getirmeleridir. Piezoelektrik etki kristal sıkıştırıldığında meydana gelen elektrik voltajdır. Voltaj kompresyon miktarıyla orantılıdır (58). Sesin bir ortamdaki hızı, ortamın dansitesi ve elastisitesine bağlıdır (Tablo 1). Dansitesi ve elastisitesi yüksek ortamlarda ses daha yavaş hareket eder. USG ’ nin biyolojik dokular içindeki ortalama hızı 1540 m/sn olarak kabul edilir (57,58).

Tablo 1: US dalgalarının farklı maddeler içindeki yayılım hızı

Madde	Yoğunluk (g/cm ³)	Ses hızı (m/s)
Hava	0.001	330
Kemik	1.85	3360
Kas	1.06	1570
Yağ	0.93	1480
Kan	1.00	1560

Biyolojik ortamın, sesin hareketine gösterdiği dirence akustik impedans denir. Akustik impedans, doku yoğunluğu ile ses dalgasının hızının çarpımına eşittir. Akustik impedans, ses dalgasının doku yüzeylerinden yansımından sorumlu özelliktir (Tablo 2). Ultrason enerjisi, akustik impedansları çok farklı olan doku yüzeylerinden tümü ile yansırken, akustik impedansları birbirine yakın doku yüzeylerine kolay penetre olur.

Tablo 2: Farklı maddeler için akustik impedans değerleri

Madde	Z (10 ⁶ Rayl)
Hava	0.0004
Yağ	1.38
Su	1.48
Kas	1.70
Karaciğer	1.65
Diğer yumuşak dokular	1.63
Kemik	7.80

Dokudan ses geçişi birtakım özellikler ile ilişkilidir (59):

1-Atenüasyon: Ses demetinin şiddeti doku içinde ilerledikçe sürekli olarak azalır. Bu azalmaya atenüasyon adı verilir.

2-Diverjans: Ses demeti yayıldığı zaman enerjisi daha büyük bir kesit alanına dağılır.

3-Absorbsiyon: Enerjinin ses demetinden dokuya transferidir ve frekansla orantılıdır.

4-Refleksiyon: Ses dalgası akustik impedansı değişmeyen bir ortam içinde ilerliyorsa yoluna devam edecektir. Akustik impedansı içinde yayıldığı ortamın akustik

impedansından farklı bir yüzey ile karşılaşırse belli bir oranda geri döner. Hava ile doku arasında yansıma tamdır. Yansımayı ortadan kaldırmak için incelenecek bölgeye akustik jel sürülerek doku ile hava transdüser arasındaki akustik impedans farkı azaltılır. USG terminolojide çözünürlük, birbirine yakın yerleşimli iki küçük objenin ayırt edilebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Aksiyel çözünürlük, değişik derinliklerdeki birbirine yakın objelerin ayırt edilebilme; lateral çözünürlük ise yan yana duran objelerin ayırt edilebilme yeteneğidir (Şekil 2). Frekansın artışı ile rezolüsyon artmakta, ancak ses dalgasının derinlere ulaşabilmesi azalmaktadır.

Şekil 2: Ultrasonografik çözünürlük.



USG' de Görüntü Modları:

Amplitüd (A) modu: Ses dalgası yayılım doğrultusunda, farklı yüzeylerden yansıyan ekolar yansımanın amplitüdüne göre çizgisel bir grafik haline dönüştürülür. Daha çok göz incelemesinde kullanılan yöntemdir.

Brightness (Parlaklık) B modu: Dokulardan dönen ekoların, şiddetlerine göre parlaklığı değişen noktalar halinde gösterilmesidir. Bu yöntem radyoloji pratiği içerisinde kullanılan görüntüleme yöntemidir.

Motion (Hareket) M modu: Hareketliliğin gösterilmesi amaçlanmıştır. Klinik pratikte kalbin incelenmesinde kullanılır (60).

2.7 Ayırıcı Tanı:

KTS' de ayırıcı tanıda göz önüne alınması gereken hastalıklar şunlardır:

- 1- Servikal radikülopatiler: En çok C6-C7 köklerinin basısı ile karışabilir.
- 2- Torasik outlet sendromu
- 3- Polinöropatiler
- 4- Pronator Teres sendromu: Median sinirin pronator teres kasını geçerken basıya uğraması ile ortaya çıkar.
- 5- Raynaud fenomeni: KTS'da otonomik liflerde etkilenip vazomotor değişikliklere neden olabileceğinden ayırıcı tanıda düşünülmelidir.
- 6- Refleks sempatik distrofi
- 7- Omuz periartriti
- 8- Radio-karpal bölgede artrit ya da artroz
- 9- Nadir durumlar (Spinal kord tümörleri, periferik sinir tümörleri, siringomyeli, demyelinizasyon)

2.8 Tedavi:

2.8.1 Medikal tedavi

Medikal tedavide amaç el bileğinin tekrarlayıcı travmalardan korunması ve semptomların giderilmeye çalışılmasıdır. El bileğinin tekrarlayıcı hareketlerden korumak için istirahat atelleri kullanılır. Semptomları gidermek için non-steroid antiinflamatuvar ilaçların yanısıra ultrason ve elektriksel sinir uyarısı gibi fizik tedavi yöntemleri kullanılabilir. Bir kaç haftalık bir sağaltımdan sonra anlamlı bir düzelme yapmıyorlarsa daha uzun süre kullanılmalarında ısrar etmemelidir. Bazı hastalarda premenstrüel dönemlerde ağrı ve paresteziler artabilir. Bu olgularda diüretik ilaçlar denenebilir (61,62). Median sinire yönelik lokal steroid uygulamaları geçmişte kullanılmışsa da günümüzde nörotoksik özellikleri nedeniyle tercih edilmemektedir.

2.8.2 Cerrahi tedavi:

Tıbbi tedavi hafif olgularda rahatlama sağlasa da orta ve şiddetli KTS olgularında esas tedaviyi cerrahi oluşturmaktadır. KTS' li hastaların çoğunluğunda uygulanacak tek ve etkili yöntem cerrahi dekompresyondur. Yukarıdaki yöntemler etkili olmuyorsa, belirtiler progresyon gösteriyorsa, objektif nörolojik belirtiler varsa, çok açık ve net iletim anormallikleri söz konusu ise, sistemik hastalığın tedavisi ile KTS belirtileri

giderilemiyorsa cerrahi girişimden başka çıkar yol yoktur. Ancak cerrahi sonrası %1-25 oranlarında kötü sonuç alınabileceği bildirilmektedir (63). Geç yapılan bir dekompresyon ameliyatı basının distalindeki liflerin sağlamlığı oranında yararlı olabilir (62,64). KTS cerrahisinde karpal tünelin median sinire ve dallarına zarar verilmeden bütünüyle gevşetilmesi çok önemlidir. Bu nedenle el bileğinde önemli oranda anormal dallanmalar gösterdiği için median sinir anatomisi iyi bilinmelidir (65,66).

Ultrasonografi ve MRG varyasyonlar ve olası ek lezyonların belirlenmesinde faydalı görüntüleme yöntemleridir.

3 GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2009-Aralık 2009 tarihleri arasında hastanemiz Nöroloji kliniği EMG laboratuvarına nöroloji polikliniğinden KTS ön tanısı ile gönderilen ve EMG incelemesi ile KTS tanısı alan 141 hasta çalışma kapsamına alındı.

Hasta grubu:

Çalışmamızda 141 hastaya ait 261 el bileği incelendi. Çalışmamıza sadece idiopatik KTS' li olgular dahil edildi. El bileği bölgesini ilgilendiren geçirilmiş travma, operasyon, steroid enjeksiyonu öyküsü olan olgular ve kontrolsüz diyabet, gut hastalığı, böbrek yetmezliği gibi sistemik hastalık bildirmiş olanlar çalışma dışında tutuldu. Çalışmamıza dahil edilen 141 hastanın 23' ü (%16,3) erkek, 118' i (%83,7) kadındı. Yaşları 18 ile 72 arasında (ortalama yaş $48,00 \pm 17,4$) değişmekteydi. Yapılan USG incelemede bifid median sinir ve persistan median arter tespit edilen 24 el bileği çalışma dışı bırakıldı.

Kontrol grubu:

Kontrol grubu; bilinen sistemik hastalığı veya el bileği travması olmayan ve el bileği ile ilgili semptom tanımlamayan; yaşları 28 ile 70 arasında değişen (ortalama $41,00 \pm 13,7$) toplam 50 kişiden oluşturuldu. Kontrol grubunda cinsiyet dağılımı 12 erkek (%24), 38 kadın (%76) şeklinde idi. 50 kontrol grubunun toplam 91 el bileği kontrol grubuna alındı. 9 el bileği bifid median sinir varlığı nedeniyle çalışma kapsamına alınmadı.

İnceleme yöntemleri:

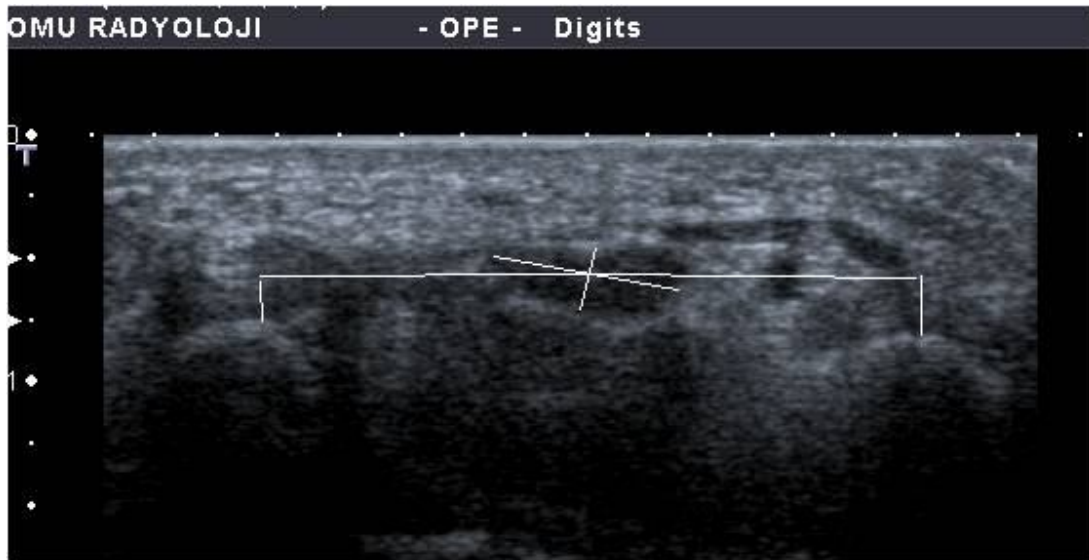
1) EMG: Hastanemiz EMG laboratuvarına KTS ön tanısı ile başvuran 141 hastada şikayetin olduğu taraftaki median sinire yönelik duysal ve motor sinir ileti çalışmaları ve iğne EMG incelemesi, standart teknikler kullanılarak uygulandı. Sinir iletim çalışmaları için Nihon Kohden Neuropack-8 EMG cihazı (Nihon Kohden, Tokyo, Japan) kullanıldı. Motor sinirler için bileşik kas aksiyon potansiyeli 1cm çaplı katod ve 2 cm distalinde 1 cm çaplı anod ile uyarılarak ve kayıtlar 1 cm çaplı disk elektrodlar ile yapıldı. Duyusal sinir yanıtları antidromik olarak elde edildi.

2) USG: İnceleme öncesinde hastalar USG incelemenin detayları, olası katkıları ya da yan etkileri hakkında bilgilendirildi ve rızalarının alınmasını takiben inceleme gerçekleştirildi. Tüm hastaların incelenmesi olası en rahat pozisyonda gerçekleştirildi.

Olgular inceleyicinin karşısında, yüzü inceleyiciye dönük olarak oturtuldu. El bilekleri nötral (supin) pozisyonda, gereklilik halinde destekleyici materyaller ile incelendi. Tüm incelemelerde 12 MHz linear prob kullanılarak Toshiba Aplio (SSA-770A Aplio, Toshiba Corp., Tokyo, Japan) ultrasonografi cihazında yapıldı. İncelemeye öncelikle el bileği lokalizasyonunda aksiyel planda median sinir gösterilerek başlandı. El bileğinde median sinirde basıya neden olabilecek yer kaplayıcı lezyonlar, varyasyonlar (örn: Ganglion kisti, bifid median sinir v.s.), sinire komşu tendonlarda sıvı birikimi (tendinit-tenosinovit) araştırıldı ve bu hastalar çalışma kapsamı dışında tutuldu. Median sinir ön kol 1/3 distal kesimi ile el ayasında izlenebildiği en distal seviyeye kadar trasesi boyunca izlenerek takip edildi. Sinir ve komşuluğundaki anatomik yapılar gözlemlendikten sonra trase boyunca median sinirin yapısı, konturları, internal ekojenitesi incelendi. Median sinir bilekte fleksör retinakulumun altında tespit edilip ölçümler için kemiklerle belirlenmiş üç düzey kullanıldı. Bunlar distal radioulnar eklem, psiform kemik ve hamat kemik çengeli düzeyidir. Belirlenen üç düzeydede median sinirin anteroposterior, transvers çapları ve median sinir alanları ölçüldü. Ayrıca hamat kemik çengeli düzeyinde hamatum-trapezium kemiklerine teğet geçen çizgi ile fleksör retinakulum arasındaki mesafe ölçüldü (palmar deplasman) (Resim 4). Yine bu düzeyde median sinirin lateral ve medial kemik duvarlara uzaklığı median sinirin merkezinden kemik duvarlara dik yapılan ölçümlerle hesaplandı (Resim 5). Alan ölçümlerinde USG cihazında mevcut olan elle çizim (manueltrace) yöntemi ile gerçekleştirildi. Alan ölçümlerinde hiperekoik kılıf çizim dışı bırakıldı. Tüm ölçümlerde alan değerleri için “santimetrekare” ve uzunluk ölçümleri için “milimetre” birimleri kullanıldı. Ölçüm sırasında sinirin inceleme düzlemine tam aksiyel planda girmesine özen gösterildi.



Resim 4: Palmar deplasman ölçümü



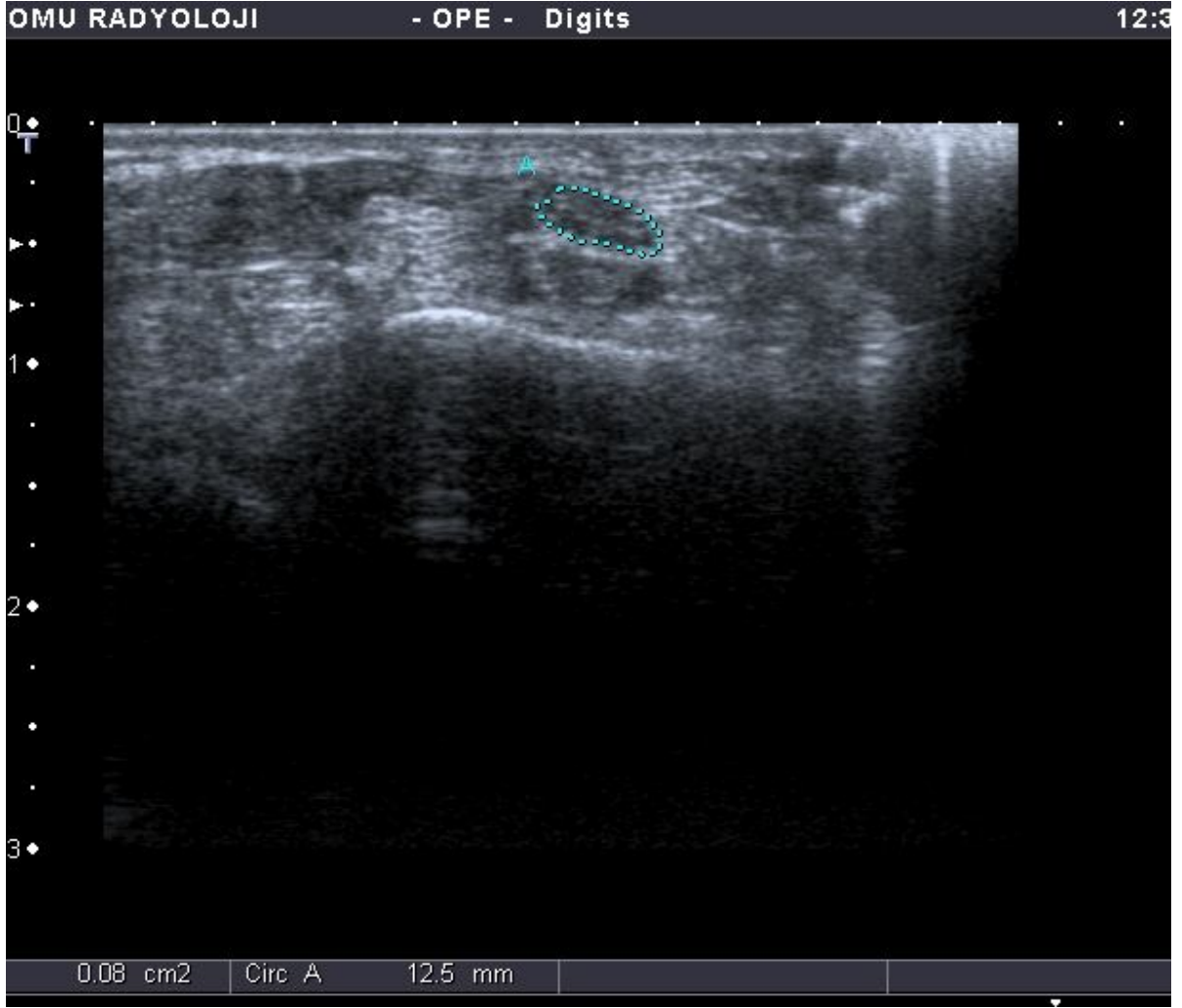
Resim 5: Median sinirin kemik duvarlara uzaklığının ölçümü

İstatistiksel değerlendirme:

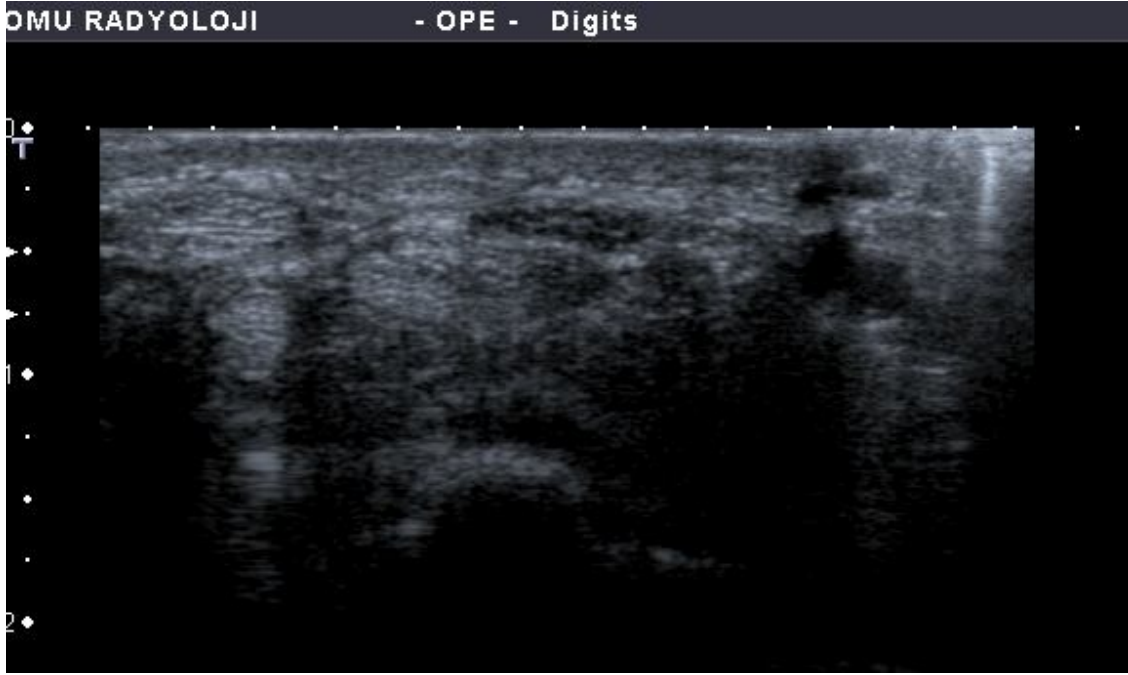
Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra SPSS 15.0 paket programında bilgisayarına aktarılmış ve analiz edilmiştir. Veriler değerlendirilirken sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma ortanca (min-max) ile ifade edilmiştir. İstatistiksel analizlerde tüm ölçümsel değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Veriler normal dağılıma uymadığı için gruplararası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4 BULGULAR

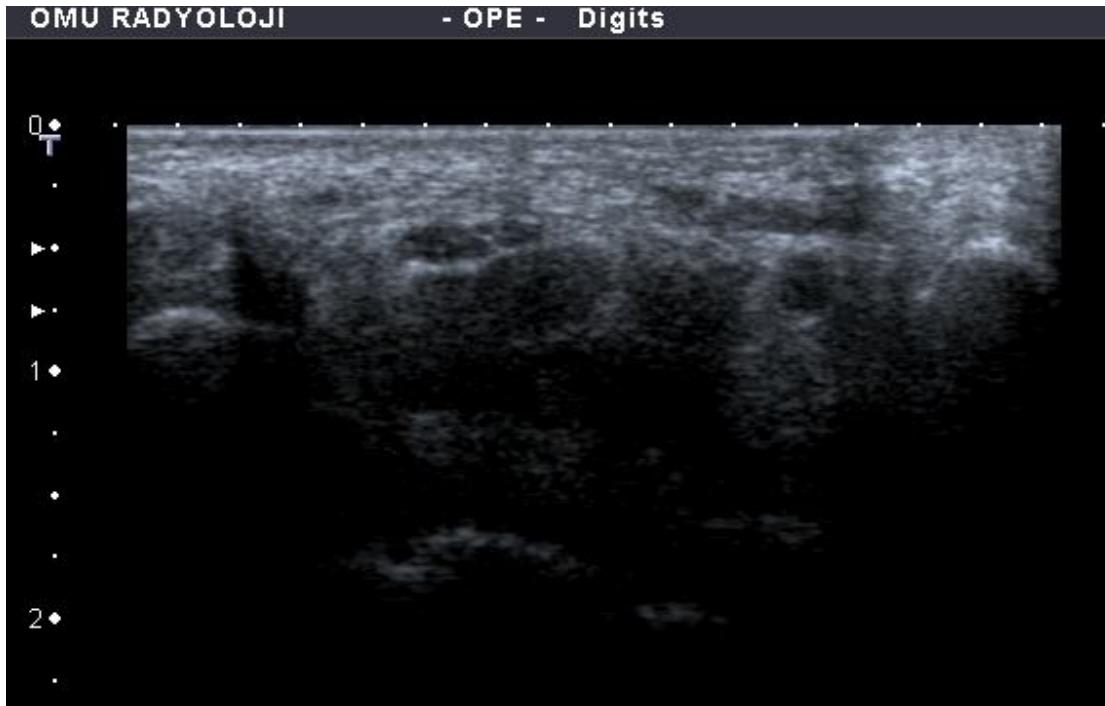
Hastanemiz Nöroloji kliniği EMG laboratuvarına KTS ön tanısı ile gönderilen ve KTS tanısı pozitif çıkan hastalardan seçilen çalışma grubumuz; yaş dağılımı 18 ile 72 yaşları arasında (ortalama yaş $48,00 \pm 17,4$); cinsiyet dağılımı 23 erkek (%16.3), 118 kadın (%83.7); 141 kişiden oluşturuldu. 141 hastanın toplam 261 el bileğine yönelik inceleme yapıldı. Kontrol grubu el bileğine yönelik semptomu olmayan ve predispozan faktör bulunmayan, 28-70 yaşları arasında (ortalama yaş $41,00 \pm 13,7$) cinsiyet dağılımı 12 erkek (%24) ve 38 kadın (%76) olan toplam 50 kişiden oluşturuldu. 50 kişinin toplam 91 el bileği kontrol grubuna alındı. USG incelemesinde kontrol grubu olgularında sinirde tipik retiküler eko paterni izlendi (Resim 6A,B,C).



Resim 6 A: Radioulnar bileşke düzeyi



Resim 6 B: Psiform kemik düzeyi



Resim 6 C: Hamat kemik düzeyi

EMG sonucuna göre KTS tanısı alan hastalarda bilek lokalizasyonunda median sinirde basıya bağlı oluşan ödem nedeni ile hipoekoik görünüm mevcuttu. Ayrıca bu hastalarda sinirin iç yapısını oluşturan nöral fasiküllerin dışını kaplayan epinörium tabakalarının oluşturduğu ince retiküler ekojenitelerin kaybı da dikkati çekmekteydi (Resim 7A,B,C).



Resim 7 A: Radioulnar bileşke düzeyi



Resim 7 B: Psiform kemik düzeyi



Resim 7 C: Hamat kemik düzeyi

Kontrol grubunda yapılan ölçümlerde radioulnar bileşke düzeyindeki median sinir kesitsel alanının (RUBA) ortalaması $0.095 \pm 0.01 \text{ cm}^2$, (ortanca 0.10 cm^2) ve psiform kemik düzeyindeki median sinir kesitsel alanın (PKDA) ortalaması $0.10 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.10 cm^2) olarak ölçüldü. Hamatum kemik düzeyinde ise median sinir kesitsel alanın (HKDA) ortalaması $0.09 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.10 cm^2) ölçüldü. Hasta grubu ölçümlerinde RUBA ortalaması $0.12 \pm 0.03 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.12 cm^2) PKDA ortalaması $0.14 \pm 0.04 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.14 cm^2) ve HKDA ortalaması $0.20 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.13 cm^2) olarak ölçüldü. RUBA, PKDA ve HKDA ölçümlerinde hasta ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda anlamlı artış saptandı. Kontrol grubunda median sinirin hamatuma uzaklığı $186 \pm 25 \text{ mm}$ (ortanca 185 mm) trapeziuma uzaklığı $129 \pm 22 \text{ mm}$ (ortanca 126 mm) ve trapeziuma uzaklığın hamatumun uzaklığına oranı 0.70 ± 0.22 olarak ölçüldü. Hasta grubunda ise median sinirin hamatuma uzaklığı $188 \pm 28 \text{ mm}$ (ortanca 191 mm) trapeziuma uzaklığı $129 \pm 21 \text{ mm}$ (ortanca 128 mm) ve trapeziuma uzaklığın hamatumun uzaklığına oranı 0.71 ± 0.22 olarak ölçüldü. Median sinirin karpal kemik duvarlarına olan uzaklıklarında ve oran hesaplamalarında hasta ve kontrol grupları

arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Kontrol grubunda trapezium-hamatum seviyesinde yapılan palmar deplasman (PD) ortalama değeri 2.1 ± 0.9 mm iken hasta grubunda ortalama değeri 3.7 ± 1.27 mm ölçüldü. PD ölçümlerinde hasta ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hasta grubunda anlamlı artış saptandı.

Çalışmaya dahil edilen 141 kişiye ait 282 el bileğinden 21 tanesi EMG' de KTS tanısı negatif olduğu için, 24 tanesi de karpal tünel düzeyinde bifid median sinir varyasyonu bulunduğu için çalışmaya alınmamıştır. İncelenen 237 el bileğinde median sinir trasesinde kitlesel lezyon saptanmadı (ganglion kisti v.s.). Kontrol grubundaki 50 kişiye ait 100 el bileğinden 9 tanesi bifid median sinir varyasyonu bulunduğu için çalışma dışında bırakılmıştır.

5 TARTIŞMA

Osteofibröz tünellerden geçen sinirlerin basıya uğraması sonucunda tuzak nöropatiler meydana gelebilir. En sık karşımıza çıkan tuzak nöropati sendromu KTS' dir. KTS' ye nonspesifik tenosinovit yada nöroma gibi yer kaplayıcı lezyonlar da neden olabilirken, idiopatik olarak da karşımıza çıkabilir (67). KTS' nin tanısında hikaye, fizik muayene ve elektrodiagnostik inceleme genellikle yeterlidir. En önemli semptom parestezi ve ağrılardır (68). Median sinirin duysal dağılımına uyacak şekilde (1., 2. ve 3. parmaklar ile 4. parmağın radial tarafında) elde yanma, ağrı, uyuşma olup geceleri ve uykuda daha sık ortaya çıkması tipiktir. İleri evredeki olgularda tenar kaslarda güçsüzlük ve denervasyona sekonder atrofi de eşlik eder (56). Bu dönemde bilekteki fokal demiyelinizasyon yanı sıra distalde motor ve duysal liflerde aksonal dejenerasyon geliştiği de kabul edilebilir (69). Sinir basısının derecesine ve diğer etmenlere bağlı olarak KTS' li olgularda standart duyu muayenesi %20-50 oranında normal kalabilir (24).

Karpal tünelin görüntülenmesi için direkt grafler kullanılabilir; bunlar karpal kemik lezyonlarını ve transvers karpal ligaman kalsifikasyonlarını ortaya koymak açısından yararlıdır. Bilgisayarlı tomografi karpal kemik lezyonlarını daha ayrıntılı olarak göstermede kullanılabilir. Geçmişte de karpal tünel genişliğini ve kesit alanını ölçmek için bilgisayarlı tomografi ile çalışılmıştır. Bleecker ve arkadaşları bilgisayarlı tomografi ile karpal tünel kesit alanını ölçmüş ve karpal tünel sendromu olan grupta kontrol grubuna göre kesit alanında azalma saptamıştır (44). Papaioannau ise 14 olgunun 24 karpal tünel sendromlu el bileği ile 26 normal olgunun el bileklerini bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırmıştır. Sonuçta karpal tünel sendromlu bileklerde tünelin proksimalinde kontrole göre daralma olduğunu saptamıştır (70). Ancak bilgisayarlı tomografinin kesitsel görüntüleme özelliğine rağmen yumuşak doku rezolüsyonunun oldukça sınırlı olması etyolojiyi ortaya koymada yetersiz kalmasına neden olmaktadır (44,71). Ayrıca literatürde bilgisayarlı tomografi ile yapılmış olan ve karpal tünel sendromlu olgular ile kontrol grubu olguları arasında tünel boyutları açısından anlamlı fark saptanamadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (45).

Günümüzde karpal tünel sendromu tanısında en duyarlı görüntüleme yöntemi MRG' dir. MRG üstün yumuşak doku rezolüsyonu nedeniyle hem median siniri hem de komşu yumuşak doku lezyonlarını tanımlamada diğer yöntemlerden çok daha üstün bir

modalitedir (46,72). Ancak maliyetinin yüksekliği ve zor ulaşılabilirliği gibi sorunlar kullanımını kısıtlamaktadır. Öte yandan yüksek frekanslı transdüserlerin kullanıma girmesi ultrasonografiyi kas-tendon hastalıklarının değerlendirilmesinde ön plana çıkarmıştır (42,48). Yüksek rezolüsyonlu ultrasonografi, özellikle MRG' nin bulunmadığı merkezlerde çabuk, kolay uygulanabilir, ucuz ve gerektiğince tekrarlanabilir bir yöntem olarak kullanılabilir (43,49,53). Ayrıca " gerçek zamanlı " tetkik yapabilme gibi bir avantajı da bulunmaktadır (73).

EMG; KTS' nin varlığı ve şiddetini başarılı bir şekilde ortaya koyabilmesine rağmen, EMG' nin en önemli dezavantajı hastalığın nedeni hakkında bilgi verememesi, median sinir ve komşu dokulara ait anatomik detaylar hakkında bilgi sağlayamamasıdır.

Hastalık 30 yaş üstünde ve kadınlarda daha sık görülür. Bizim çalışmamıza dahil edilen 141 hastanın 118'i kadındı (%83.7) ve hastaların yaş ortalaması $48,00 \pm 17,4$ idi. Bulgularımız literatür bilgileri ile uyumludur (2,74,75). USG median sinir ve el bileği yapılarını ilgilendiren varyasyonları ve yer kaplayıcı lezyonları tesbit edebilir. İncelemelerimiz sırasında çalışma grubumuzda yer kaplayıcı lezyon saptamadık. Ancak bifid median sinir ve eşlik eden persistan median arter varlığında bu olguları çalışma kapsamı dışına aldık. Persistan median arter sıklıkla bifid median sinire eşlik eder nadiren ayrı olarak gözlemlenir (65,66). Bu gibi varyasyonların tesbit edilmesi cerrahi tedavi düşünölen vakalarda olası komplikasyonların önlenmesi açısından çok önemlidir.

Yukarıda tanımlanan KTS nedenlerini EMG ile tanımlamak mümkün değildir. USG bu ve benzeri lezyonları kolaylıkla tanımlayabilmektedir. USG ile hastalığın nedeni net olarak ortaya koyulabildiği için tanıda doğruluk oranı artmakta ve tedavi planlaması doğru olarak yönlendirilebilmektedir. KTS' li hastalarda USG ile tesbit edilebilen bulgular ilk kez Buchberger ve ark. (49,76) tarafından tanımlanmıştır. Psiform kemik düzeyinde sinir çapında belirgin artış, psiform kemik düzeyinde yapılan sinirin kesitsel alan ölçümlerinin distal radial düzeyde yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında belirgin farklılık olması, hamatum çentiği düzeyinde sinirde belirgin yassılaşma, fleksör retinakulumda belirgin palmar deplasman tanımlanan bulgulardır. Median sinir incelemelerinde en önemli bulgular aksiyel düzlemde elde edilenlerdir. Median sinirin longitudinal düzlemdeki incelemesi sırasında konturunda ani bir değişiklik (çentiklenme) görülebilir (2).

Wong ve ark. median sinir ekojenitesinde azalma ve median sinirde normalde izlenen retiküler görünüm paterninin kaybını ve sinir ekojenitesinin değerlendirilmesinin farklı inceleyciler tarafından farklı değerlendirilebilecek subjektif bir kriter olduğunu vurgulamışlardır (77). Tüm hastalarımızda mevcut olan median sinir ekojenitesindeki azalmanın yanı sıra normalde iç yapısında görülen ince hiperekoik lineer çizgilenmelerin, retiküler paternin kaybını subjektif bulgular olarak kabul ettik ve istatistiki değerlendirmeye dahil etmedik.

KTS ile ilgili çalışmaların çoğunda median sinirdeki yassılaşıma oranı ve palmar deplasman incelenmiştir (2,55,78,79). Ancak tanısal önemleri tartışmalıdır. Buchberger ve ark. ile Keles ve ark. palmar deplasmanın cut-off değerini 3.7 mm olarak saptamışlardır.(49,80)

Biz çalışmamız kapsamında; yassılaşıma değerlendirmeyip palmar deplasman değerlerini ölçtük ve hasta grubunda palmar deplasman ölçümlerinde anlamlı artış saptadık. (3.7 ± 1.27 mm) Wong ve ark. yaptıkları çalışmalarında sinirin yassılaşımasından doğan şekil değişikliğinin ve fleksör retinakulumda meydana gelen palmar yaylanmanın değerlendirilmesinin sadece kişisel yorumlara bağlı olarak yapıldığını ve bu nedenle tanısal değerlerinin az olduğunu bildirmişlerdir (81). KTS, sonografik inceleme ile psiform kemik düzeyinde median sinirin kesitsel alanının arttığının gösterilmesi ile tanınabilir. Pek çok çalışmada kritik kesitsel alan $0.09-0.10$ cm² olarak belirtilmektedir. Lin-Yi Wang ve ark. KTS' de en iyi diagnostik kriterin psiform kemik düzeyinde median sinir kesit alanının 9.875 mm² den büyük olması olarak tanımlamışlardır.

Çalışmamızda EMG sonucu KTS ile uyumlu olan olgularda median sinirin ortalama kesit alanını psiform kemik düzeyinde 0.14 cm² olarak saptadık. Bu verilerden yola çıkarak hasta grubundaki olgularda psiform kemik düzeyinde median sinirde ödeme bağlı olarak belirgin kesitsel alan artışı olduğunu gördük. Tüm bu bulgular literatür bulguları ile uyumludur. Ayrıca distal radioulnar eklem düzeyinde ve hamat kemik düzeyinde de alan ölçümleri yaptık. Hasta grubunda RUBA ortalaması 0.12 ± 0.03 cm² (ortanca 0.12 cm²) ve HKDA ortalaması 0.20 ± 0.96 cm² (ortanca 0.13 cm²) bulduk ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı artış saptadık.

Literatürde median sinir lokalizasyonunun KTS oluşumunda önemi olup olmadığına dair bilgiye rastlamadık. Başlangıçta hipotezimiz önden fleksör retinakulumla

arkada elin fleksör tendonları sınırlanan sinirin retinakuluma ve flexor tendonlara göre lokalizasyonlarının yani merkezi ya da herhangi bir lateral duvara mı yakın geçtiğinin önemli olabileceğiydi. Bu nedenle çalışmada median sinirin karpal tünel içindeki lokalizasyonunun KTS oluşumunda önemi olup olmadığını değerlendirdik. Ancak bunun için hamat kemik düzeyinde sinirin hamat kemik ile trapeziuma olan uzaklığı ve oranları ölçüldüğünde hastalar ile sağlıklı kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Sonuçları değerlendirdiğimizde USG' nin KTS tanısında kullanılan alan ölçüm parametrelerini ve palmar deplasman ölçümlerini literatür ile uyumlu bulduk ve median sinirin lokalizasyonunun KTS tanısı alan hastalarda, kontrollere göre farklı yerleşim göstermediğini saptadık.

6 SONUÇLAR

1. Fleksör retinakulumun palmar deplasman ölçümlerinde hasta grubunda anlamlı artış saptadık. (3.7 ± 1.27 mm)
2. Çalışmamızda EMG sonucu KTS ile uyumlu olan olgularda median sinirin ortalama kesit alanını psiform kemik düzeyinde 0.14 cm^2 olarak saptadık.
3. Distal radioulnar eklem düzeyinde ve hamat kemik düzeyinde de alan ölçümleri yaptık. Hasta grubunda RUBA ortalaması $0.12 \pm 0.03 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.12 cm^2) ve HKDA ortalaması $0.20 \pm 0.06 \text{ cm}^2$ (ortanca 0.13 cm^2) bulduk ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı artış saptadık.
4. Bu çalışmayla median sinirin karpal tünel içindeki lokalizasyonunun KTS oluşumunda önemi olup olmadığını değerlendirdik. Bunun için median sinirin hamat kemik düzeyinde karpal tünelin yan kemik duvarlarına (hamat kemiğe ve trapeziuma) olan uzaklıklarında ve hamat kemiğe uzaklığın, trapeziuma olan uzaklığa oranında hastalar ile kontroller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamadık.

7 KAYNAKLAR

1. Wright II PE. Carpal tunnel and ulnar tunnel syndromes and stenosing tenosynovitis. Campbell' s Operative Orthopaedics. Vol 5 8th edition, (Ed : CrenshaW AH), St. Louis, Mosby-Year Book Inc. 1992; 3435-3438.
2. Lee D, van Holsbeeck MT, Janevski PK, Ganos DL, Ditmars DM, Darian VB. Diagnosis of carpal tunnel syndrome. Ultrasound versus electromyography. Radiol Clin North Am. 1999; 37:859-872.
3. Amadio P.C. Historical Review: The Mayo Clinic and carpal tunnel syndrome. Mayo Clin Proc 1992; 67:42-48.
4. Koyuncu H. Median Sinir Tuzak Nöropatileri. Akgün K, Eryavuz M, editörler. Üst Ekstremitte Tuzak Nöropatileri Prof. Dr. İsmet Yalçın Günleri V, İstanbul. Mayıs 2002; 64-83.
5. Stewart JD. Compression and entrapment neuropathies. In: Dyck PC, Thomas PK, eds. Peripheral Neuropathy. 3rd edition. Philadelphia. WB Saunders Company, 1993; 961-979.
6. Dowson DM, Hallet M, Wilbourn AJ. Entrapment Neuropathies. 3th ed. Philadelphia, Lippincott- Raven Publishers. 1999; 176-179.
7. Wainner RS, Fritz JM, Irrgang JJ, Delitto A, Allison S, Boninger ML. Development of a Clinical Prediction Rule for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2005; 86:609-618.
8. Hadler NM. Nerve entrapment syndromes. Chapter 97, Mc Carty DJ, Koopman WO (Ed): Arthritis and allied conditions. 12th ed, Lea Febiger, Philadelphia, 1993; 2:1619-1624.
9. Ryan GM. Karpal tünel sendromu ve kompresyon nöropatileri. Clinical symposia, Novartis Pharm Corp, Sum mit, New Jersey. 1997; 2-32.
10. Galloway K. Common arm neuropathies. Rehab Management, 1997; 10:58-63.
11. Berker E. Periferik sinir sistemi hastalıklarının rehabilitasyonu. Bölüm 30, Oguz H. (Ed): Tibbi Rehabilitasyon. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Sti, İstanbul, 1995; 481-496.
12. Hirota N, Kaji R, Yoshikawa H, Nishimura T, Ikeda T, Yanagihara T, Kimura J. Hereditary neuropathy with liability to pressure palsies: distinguishing clinical and electrophysiological features among patienis with multiple entrapment neuropathy. J Neurol Sci, 1996; 139:2, 187-189.

13. Tüzün F, Ünalın H. Tuzak Nöropatileri. Elektroterapi, I.Ü.Cerrahpasa Tip Fak. FTR. A.B.D. İstanbul, 1999; 1-5, 19-25.
14. Hobbs RA, Magnussen PA, Tonkin MA. Palmar cutaneous branch of the median nerve. J Hand Surg, 1990; 15A:381.
15. Özel S, Öken Ö. Periferik Sinir Lezyonları. Oguz H, Dursun E, Dursun N (Eds). Tibbi Rehabilitasyon. Nobel Tip Kitabevleri, İstanbul, 2004; 665-688.
16. Schmidt, H. M; Moser, T; Lucas, D. Klinisch – anatomische Untersuchungen des Karpaltunnels der menschlichen Hand Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 1987; 19:145–152.
17. Schmidt H. M, Lanz U. Chirurgische Anatomie der Anatomie der Hand; Hippokrates Verlag Stuttgart 1992; 39-40.
18. Yu H-L. Chase R. A., Strauch B. Atlas of Hand Anatomy and Clinical Implications, Mosby, China, 2004; 256-257.
19. Tanaka S, Wild D, Seligman P et al. The US prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome: 1988 national health interview survey data. Am J Health 1994; 84:1846-1848.
20. Stevens JC. AAEM minimonograph #26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome medicine. Muscle Nerve 1997; 20:1477-1486.
21. Burke DT, Burke MAM, Bell R, et al. Subjective swelling. Am J Phys Med Rehabil 1999; 78:504-508.
22. Papanicolaou GD, McCabe SJ, Firrell J. The prevalence and characteristics of nerve compression symptoms in the general population. J Hand Surg Am 2001; 26:460-466.
23. Atroshi I, Gummesson C, Johnson R et al. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population, JAMA 1999; 282:153-158.
24. Ertekin C. Santral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 2006; 403-427.
25. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T et al. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patient with idiopathic carpal tunnel syndrome. J Neural Neurosurg psychiatry. 2005; 76:1103-1108.
26. Alrochi P.H, Daube J.R, Frisberg B.M, Greenberg M.K, Lanska D.J, Paulson G, Pearl R.A, Rosenberg J.H, Sila C.A, Wiesberg L.A. Practice Parameter for Carpal Tunnel Syndrome (Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology) Neurology. 1993; 43:2406-2409.

- 27.** Eversmann WW. Entrapment and compression neuropathies. Operative Hand Surgery. Green DP (ed). New York, Churchill-Livingstone, 1983; 8:759-766.
- 28.** Yazıcı JS. Spinal sinirlerin hastalıkları. Öge AE, editor. Nöroloji. Nobel Tıp Kitabevleri, 2004; 573-590.
- 29.** Phalen GS. The carpal-tunnel syndrome. clinical evaluation of 598 hands. Clin Orthop 1972; 83:29-40.
- 30.** Dahlin LB, Lündborg G. The neurone and its response to periferal nerve compression. J Hand Surg Br; 1990; 15:5-10.
- 31.** Slater RR Jr. Carpal Tunnel Syndrome Current Concepts (serial online). 1999 <http://www.eatonhand.com/hw/ctsslater.htm>.
- 32.** Posch JL, Marcotte DR. Carpal tunnel syndrome. An analysis of 1,201 cases. Orthop Rev. 1976; 5:25-35.
- 33.** Phalen GS, Kendrick JI. Compression neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel. JAMA 1957; 164:524-530.
- 34.** Browning P. Carpal Tunnel Syndrome (serial online). 2004 <http://www.emedicine.com/radio/topic135.htm>.
- 35.** Zenbilci N. Elektromiyografi. Sinir Sistemi Hastalıkları. 2.Baskı, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul 1985; 95-109.
- 36.** Oh SJ. Clinical electromyography. 2th ed USA. Williams & wilkins. 1993; 78-83, 496-574.
- 37.** Ertekin C. Karpal Tünel Sendromu. Klinik Elektromiyografi, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 1993; 262.
- 38.** Bekkelund S.I, Pierre-Jerome C. Does Carpal Canal Stenosis Predict Outcome in Women with Carpal Tunnel Syndrome. Acta. Neurol. Scand. 2003; 107:102-105.
- 39.** Johnson EW, Pease WS. Practical Electromyography. 3rd ed. Williams and Wilkins. 1997; 195-215.
- 40.** Simovic D, Weinberg DH. The Median nevre terminal latenci index in carpal tunnel syndrome: a clinical case selection study. Muscle Nerve 1999; 22:573-577.
- 41.** Cioni R, Passero S, Paradiso C, Giannini F, Battistini N, Rushworth G. Diagnostic Specificitiy of Sensory and Motor Nerve Conduction Variables in Early Detection of Carpal Tunnel Syndrome. J. Neurol 1989; 236:208-231.

42. Arkun R. *Yüzeyel Organlar ve Periferik Yumuşak Doku Ultrasonografisi* 1. Baskı, Mat Matbaacılık, izmir, 1991; 31-33.
43. Kızılkaya E, Pekkaçalı Z, Başekim CÇ ve ark. Karpal tünel sendromunda US ve BT 'nin yeri. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Dergisi*. 1996; 2:120-124.
44. Bleecker ML, Bohlman M, Moreland R, Tipton A. Carpal tunnel syndrome: Role of carpal canal size. *Neurology* 1985; 35:1599-1604.
45. Mehar GL, Clark RA, Schneider HJ, Stern PJ. High - resolution computed tomography of the Wrist in patients with CTS. *Skeletal Radiol* 1986; 15:549-552.
46. Middleton W.D, Kneeland J.B, Kellman GM, Cates J.D, Sanger JR, Jesmanowicz A., Froncisz W., Hyde J.S. MR Imaging of the Carpal Tunnel: Normal Anatomy and Preliminary Findings in the Carpal Tunnel Syndrome. *AJR*. 1987; 148:307-316.
47. Mesgarzadeh M, Trioli J, Schneck C.D. Carpal Tunnel Syndrome MR Imaging Diagnosis. *MRI Clinics of North America* 1995; 3:249-264.
48. Nakamichi K, Tachibana S. The use of ultrasonography in detection of synovitis in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 1993; 18:176-179.
49. Buchberger W, Judmaier W, Birbamer G and et al. Carpal tunnel syndrome: Diagnosis with high - resolution sonography. *American J Radiology* 1992; 159:793-798.
50. Chen P, Maklad N, Redwine M, Zelitt D. Dynamic high - resolution sonography of the carpal tunnel. *American J Radiology* 1997; 168:533-537.
51. Beekman R, Visser L.H. Sonography in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Critical Review of the Literature. *Muscle&Nerve* 2003; 27:26-33.
52. Khaleghian R, Tonkin LJ, Geus de JJ, Lee JPK. Ultrasonic examination of the flexor tendons of the fingers. *J Clin Ultrasound* 1984; 12:547-551.
53. Fornage BD, Schernberg FL, Rifkin MD. Ultrasound examination of the hand. *Radiology* 1985; 155:785-788.
54. Chiou H-J, Chou Y-H, Chiou S-Y, Liu J-B, Chang C-Y. Peripheral Nerve Lesions: Role of High-Resolution US. *RadioGraphics* 2003; 23:15e; published online as 10.1148/rg.e15.
55. Martinoli C, Bianchi S, Gandolfo N, Valle M, Simonetti S, Derchi L.E. US of Nerve Entrapments in Osteofibrous Tunnels of the Lower Limbs. *Radiographics* 2000; 20:199-217.

- 56.** Buchberger W, Schön G, Strasser K, Jungwirth W. High-resolution Ultrasonography of the Carpal Tunnel. *J.Ultrasound Med.* 1991; 10:531-537.
- 57.** Rumack MC, Wilson RS, Charboneau JW. Malignant Hepatic Neoplasms. *Diagnostic Ultrasound.* 2th ed. Vol 1. Rumack MC, Wilson RS, Charboneau JW (ed) Missouri, Mosby, 1998; 131-137.
- 58.** Oyar O. Radyolojide Temel Fizik Kavramlar. Birinci baskı. İzmir, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti. 1998; 232-244.
- 59.** Özer H. Ultrasonografide Fiziksel Prensipler. Ultrasonografi Seminerleri 1, İzmir, Tıbbi Ultrasonografi Derneği, 1986; 23-25.
- 60.** Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. Birinci baskı. Eskişehir, Güneş ve Nobel Tıp Kitabevi, 1996; 5-15.
- 61.** Rosenbaum R. Carpal Tunnel Syndrome. In: Johnson RT, Griffin WJ. *Current therapy in neurologic disease.* 5th ed USA: Mosby-Year book Inc. 1997; 374-377.
- 62.** Ertekin C. Nöroloji’de fizyopatoloji ve tedavi. İzmir: Bilgehan yayınları 1987; 365-387.
- 63.** Bagatur A.E. Karpal tünel sendromu cerrahisinde başarısızlık nedenleri ve revizyon sonuçları. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2002; 36:346-353.
- 64.** Phalen GS. Reflections on 21 years experience with the carpal tunnel syndrome. *JAMA* 1970; 212:2365-136.
- 65.** Berry M.G, Vijn V, Percival N.J. Bifid Median Nerve: Anatomical variant at the Carpal Tunnel. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2003; 37:58-60.
- 66.** M.Tayfun Altınok, Kadir Ertem, Ahmet Kemal Fırat, H.Muammer Karakaş. Karpal Tünel Sendromlu Olguda Patent Medyan Arter Ve Bifid Medyan Sinir. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2005; 12:273-275.
- 67.** Johnson EW, Pease WS. *Practical Electromyography.* 3rd ed. Williams and Wilkins. 1997; 195-215.
- 68.**Eversmann WW. Entrapment and compression neuropathies. *Operative Hand Surgery.* Green DP (ed). New York, Churchill-Livingstone, 1983; 8:759-766.
- 69.** Jarvik JG, Yuen E, Haynor DR, Bradley CM, et al. MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome. *Neurology* 2002; 58:1597-1602.

- 70.** Papaioannou T, Rushworth G, Atar D, Dekel S. Carpal canal stenosis in men with idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clin OrthopRelRes* 1992; 285:210-213.
- 71.** Zucker-Pinchoff B, Hermann G, Srinivasan R. Computed tomography of the carpal tunnel: a radio-anatomical study. *J Comput AssistTomogr* 1981; 5:525-528.
- 72.** Zeiss J, Skie M, Ebraheim N, Jackson WT. Anatomic relations between the median nerve and flexor tendons in the carpal tunnel: MR evaluation in normal volunteers. *American J Radiology* 1989; 153:533-536.
- 73.** Forage BD. Peripheral nerves of the extremities: Imaging with US. *Radiology* 1988; 167:179-182.
- 74.** Altrochi P.H, Daube J.R, Frisberg B.M, Greenberg M.K, Lanska D.J, Paulson G, Pearl R.A, Rosenberg J.H, Sila C.A, Wiesberg L.A. Practice Parameter for Carpal Tunnel Syndrome (Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology) *Neurology* 1993; 43:2406-2409.
- 75.** Kulick R. Carpal tunnel syndrome: Orth. *Clin North Am.* 1996; 27:345-354.
- 76.** Fisher M. Median neuropathy in carpal tunnel: *Canad. M.A.J.* 1954; 71:121-125.
- 77.** Wong SM, Griffith JF, Hui ACF, Tang A, Wong KS. Discriminatory Sonographic Criteria for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Arthritis & Rheumatism* 2002; 46:1914-1921.
- 78.** Nakamichi KI, Tachibana S. Enlarged median nerve in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2000; 23:1713-1718.
- 79.** Nakamichi KI, Tachibana S. Ultrasonographic measurement of median nerve crosssectional area in idiopathic carpal tunnel syndrome: Diagnostic accuracy. *Muscle Nerve.* 2002; 26:798-803.
- 80.** Keles I, Karagulle Kendi AT, Aydin G, Zog SG, Orkun S. Diagnostic precision of ultrasonography in patients with carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84:443-450.
- 81.** Cobb T. K., Amadio P. C. Reoperation for carpal tunnel syndrome. In: Plancher, K. (Hrsg.): *Hand Clinics 12, Carpal and Cubital Tunnel Surgery*, Saunders Company, Philadelphia 1996; 313–323.